

Express Mail Label No.

Dated: \_\_\_\_\_

Docket No.: 09788/0200538-US0  
(PATENT)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:  
Koji Akutsu et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.:

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: RADIOGRAPHIC X-RAY DEVICE

Examiner: Not Yet Assigned

**CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS**

MS Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2003-050748	February 27, 2003

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: February 9, 2004

Respectfully submitted,

By

fx

Joseph R. Robinson

Registration No.: 33,448

DARBY & DARBY P.C.

P.O. Box 5257

New York, New York 10150-5257

(212) 527-7700

(212) 753-6237 (Fax)

Attorneys/Agents For Applicants

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   2 月 2 7 日  
Date of Application:

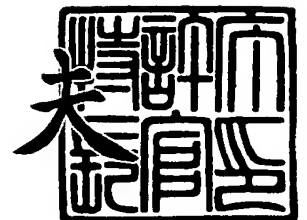
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 5 0 7 4 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 5 0 7 4 8 ]

出   願   人            株式会社島津製作所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 2 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 6 1 0 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 K1020717

【提出日】 平成15年 2月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 6/00

【発明者】

【住所又は居所】 京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所  
内

【氏名】 阿久津 好二

【発明者】

【住所又は居所】 京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所  
内

【氏名】 梅田 充

【発明者】

【住所又は居所】 京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所  
内

【氏名】 橋本 光弘

【特許出願人】

【識別番号】 000001993

【氏名又は名称】 株式会社島津製作所

【代理人】

【識別番号】 100093056

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉谷 勉

【電話番号】 06-6363-3573

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 045768

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 X線撮影装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 X線照射用のX線管と透過X線検出用のX線検出器が対向状態で支持用のアームの両端に配備されているX線撮像機構を複数組備えていると共に、各X線撮像機構を装置の機械的中心点（アイソセンタ）を基準点とする共通の位置座標系に従ってそれぞれ移動させるX線撮像系移動機構を備えているX線撮影装置において、各X線撮像機構の3次元外形形状に対応する3次元モデル外形データを登録する形状データ登録手段と、各X線撮像機構の現在位置および3次元モデル外形データに基づいてX線撮像機構間の相対的位置関係情報をリアルタイムで求出する位置関係求出手段と、位置関係求出手段により求出されたX線撮像機構間の相対的位置関係情報を参酌しながらX線撮像系移動機構を制御する撮像系移動制御手段を備えていることを特徴とするX線撮影装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のX線撮影装置において、X線撮像系移動機構が、各X線撮像機構の支持用のアームを回転ないし平行移動させることによりX線撮像機構の現在位置を変化させるように構成されているX線撮影装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載のX線撮影装置において、少なくとも一組のX線撮像機構が、撮影態様の微調整のために支持用のアーム上におけるX線管ないしX線検出器の配備状況を変化させられると同時に、X線管ないしX線検出器の配備状況の変化がX線撮像機構の外形変化を伴うように構成されているのに加え、位置関係求出手段が、前記X線撮像機構の外形変化を斟酌してX線撮像機構間の相対的位置関係情報を求出するように構成されているX線撮影装置。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれかに記載のX線撮影装置において、装置の機械的中心点（アイソセンタ）を基準点とするX線撮像機構と共通の位置座標系に従って移動させる被検体載置用の天板を備えると共に、形状データ登録手段が天板の外形形状に対応する3次元モデル外形データも登録するように構成されていて、位置関係求出手段がX線撮像機構と天板の間の相対的位置関係情報もそれぞれの現在位置および3次元モデル外形データに基づいて求出するように

構成されているのに加え、撮像系移動制御手段がX線撮像機構と天板の間の相対的位置関係情報も参酌しながらX線撮像系移動機構を制御するように構成されているX線撮影装置。

【請求項5】 請求項1から4のいずれかに記載のX線撮影装置において、位置関係求出手段が、物体同士が接触する位置関係にあるか否かを判定するアルゴリズムを利用してX線撮像機構間の相対的位置関係情報を求出するように構成されているX線撮影装置。

【請求項6】 請求項1から5のいずれかに記載のX線撮影装置において、位置関係求出手段が、物体同士の最小間隔を算定するアルゴリズムを利用してX線撮像機構間の相対的位置関係情報を求出するように構成されているX線撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、X線照射用のX線管と透過X線検出用のX線検出器が対向状態で支持用のアームの両端に配備されているX線撮像機構を複数組備えていると共に、各X線撮像機構をそれぞれ移動させるX線撮像系移動機構を備えているX線撮影装置に係り、特に、X線撮像機構同士が接触することを確実に回避するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、病院等の医療機関で用いられているダブル撮像機構方式のX線撮影装置は、図6に示すように、2組のX線撮像機構81、82を備えている。X線撮像機構81では、X線照射用のX線管83と透過X線検出用のX線検出器84が対向状態で支持用のC型アーム85の両端に配備されており、X線撮像機構82では、X線管86とX線検出器87がやはり対向状態で支持用のC型アーム88の両端に配備されていて、C型アーム85、88を回転または平行移動させてX線撮像機構81、82を移動させることにより、各X線撮像機構81、82それぞれによるX線撮影の方向（撮影方向）や位置（撮影位置）を撮影目的に合わせて

セットすることができる。

#### 【0003】

従って、ダブル撮像機構方式のX線撮影装置の場合、各X線撮像機構81, 82の撮影方向ないし撮影位置を別々にセットし、X線撮像機構81, 82によるX線撮影を同時平行的におこなうことにより、天板89上の被検体Mの同一箇所を異なる方向から同時にX線透視したり、あるいは、天板89上の被検体Mの異なる箇所を同時にX線透視したりすることができる。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のダブル撮像機構方式のX線撮影装置は、X線撮像機構81, 82を移動させる際に、時としてX線撮像機構81, 82同士が接触するという問題がある。接触の状況によっては、X線管83, 86やX線検出器84, 87が損傷して装置が故障する心配もある。

#### 【0005】

接触が起こりそうな箇所にクッション材を貼り付けて接触の際の衝撃を和らげることにより装置の故障を回避する対策も実施されている。しかし、接触する可能性のある箇所すべてにクッション材を貼り付けることは無理であるし、強く接触した場合にはクッション材だけで衝撃を吸収し切れない事態も往々にして起こる。

#### 【0006】

また、X線撮像機構81, 82の接触が起こりそうな箇所に非接触式の物体感知センサを設置しておいて、X線撮像機構81, 82同士が接触を起こすほど近接したことが物体感知センサで検知された場合には、警報を発してオペレータの注意を喚起したり、X線撮像機構81, 82の移動をストップしたりして接触を回避する対策も実施されている。しかし、接触する可能性のある箇所すべてに物体感知センサを設置することは難しく、やはり確実に接触を避けることは難しい。

#### 【0007】

したがって、オペレータはX線撮像機構81, 82同士が接触しそうかどうか

常に目視で監視しながら、接触が起こりそうな場合にはX線撮像機構81, 82を超低速で時間をかけて移動させて接触が起きないようにしなければならない。その結果、どうしても撮影時間が長くならざるを得ず、撮影する側にとっては効率が悪く、撮影される側にとっては苦痛が増すことになる。

#### 【0008】

一方、各X線撮像機構81, 82がとり得る位置関係のあらゆる場合について接触の有無を予め計測し、全ての位置関係のデータひとつひとつを接触の有無を対応付けてテーブル形式で登録しておいて、常に登録されたデータを参照しながらX線撮像機構81, 82の移動をおこない、X線撮像機構81, 82の間で接触がおこるのを回避する対策も考えられるが、X線撮像機構81, 82の配置関係のあらゆる場合を網羅するとデータ量は莫大なものとなり、データ採取の手間やデータ登録のメモリ容量を考えると実施は困難であり、現実的な解決策とはなり得ない。

#### 【0009】

この発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、X線撮像機構同士が接触することを確実に回避することができるX線撮影装置を提供することを目的とする。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

この発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

すなわち、請求項1に記載のX線撮影装置は、X線照射用のX線管と透過X線検出用のX線検出器が対向状態で支持用のアームの両端に配置されているX線撮像機構を複数組備えていると共に、各X線撮像機構を装置の機械的中心点（アイソセンタ）を基準点とする共通の位置座標系に従ってそれぞれ移動させるX線撮像系移動機構を備えているX線撮影装置において、各X線撮像機構の3次元外形形状に対応する3次元モデル外形データを登録する形状データ登録手段と、各X線撮像機構の現在位置および3次元モデル外形データに基づいてX線撮像機構間の相対的位置関係情報をリアルタイムで求出する位置関係求出手段と、位置関係求出手段により求出されたX線撮像機構間の相対的位置関係情報を参酌しながら



X線撮像系移動機構を制御する撮像系移動制御手段を備えていることを特徴とするものである。

#### 【0011】

(作用・効果) 請求項1の発明の装置では、形状データ登録手段に各X線撮像機構の3次元外形形状に対応する3次元モデル外形データが予め登録される。そして、X線撮影の実行の際、X線撮像系移動機構により、各X線撮像機構をそれぞれ装置の機械的中心点(アイソセンタ)を基準点とする共通の位置座標系に従って移動させて撮影方向ないし撮影位置を撮影目的に合わせてセットする場合、位置関係求出手段によって、各X線撮像機構の現在位置および3次元モデル外形データに基づいてX線撮像機構間の相対的位置関係情報がリアルタイムで求出されると共に、撮像系移動制御手段が位置関係求出手段により求出されたX線撮像機構間の相対的位置関係情報を参酌しながらX線撮像系移動機構を制御する。X線撮像系移動機構は撮像系移動制御手段の制御を受けながらX線撮像機構を移動させる。

#### 【0012】

即ち、請求項1の発明の場合、位置関係求出手段によりリアルタイムで求出される撮像系移動機構間の相対的位置関係情報は、各X線撮像機構の3次元外形形状に対応する3次元モデル外形データに基づくものであるので、X線撮像機構同士の接触が起こる各X線撮像機構の間の外面同士の対置状況の現状を余すところなく示しており、しかも撮像系移動機構により装置のアイソセンタを基準点とする共通の位置座標系に従って移動させられる各X線撮像機構の現在位置に基づくものであるので、位置関係求出手段により求出される撮像系移動機構間の相対的位置関係情報は正確である。そして、位置関係求出手段によりリアルタイムで求出されるX線撮像機構間の相対的位置関係情報を参酌しながら撮像系移動制御手段が撮像系移動機構を制御するので、撮像系移動機構によるX線撮像機構の動きには、X線撮像機構同士の接触が起こる各X線撮像機構の間の外面同士の対置状況の現状が余すところなく正確に反映される。また、形状データ登録手段への3次元モデル外形データの登録は、通常の方法で行えるのに加え、位置関係求出手段によるX線撮像機構間の相対的位置関係情報の求めも、通常の演

算処理アルゴリズムを利用して行え、3次元モデル外形データの登録も、X線撮像機構間の相対的位置関係情報の求出も、特に困難を伴う処理ではない。

#### 【0013】

したがって、請求項1の発明によれば、位置関係求出手段が、X線撮像機構同士が接触が起こる各X線撮像機構の間の外面同士に対置状況の現状を余すところなく正確に示すX線撮像機構間の相対的位置関係情報をリアルタイムで求出すると共に、位置関係求出手段で求出されるX線撮像機構間の相対的位置関係情報に基づいて撮像系移動制御手段が各X線撮像機構を移動させるX線撮像系移動機構を制御する構成を備えていて、X線撮像系移動機構による各X線撮像機構の動きにより、X線撮像機構同士が接触が起こる各X線撮像機構の間の外面同士に対置状況の現状を、何ら困難を伴わずに余さず正確に反映させられるので、X線撮像機構同士が接触することを確実に回避することができる。

#### 【0014】

また、請求項2の発明は、請求項1に記載のX線撮影装置において、X線撮像系移動機構が、各X線撮像機構の支持用のアームを回転ないし平行移動させることによりX線撮像機構の現在位置を変化させるように構成されているものである。

#### 【0015】

(作用・効果) 請求項2に記載の発明によれば、X線管とX線検出器が配備されている支持用のアームの回転により撮影方向を調整することができ、またX線管とX線検出器が配備されている支持用のアームの平行移動により撮影位置を調整することができる。

#### 【0016】

また、請求項3の発明は、請求項1または2に記載のX線撮影装置において、少なくとも一組のX線撮像機構が、撮影態様の微調整のために支持用のアーム上におけるX線管ないしX線検出器の配備状況を変化させられると同時に、X線管ないしX線検出器の配備状況の変化がX線撮像機構の外形変化を伴うように構成されているのに加え、位置関係求出手段が、前記X線撮像機構の外形変化を斟酌してX線撮像機構間の相対的位置関係情報を求出するように構成されているもの

である。

#### 【0017】

(作用・効果) 請求項3に記載の発明によれば、支持用のアーム上におけるX線管ないしX線検出器の配備状況を変化させることにより、撮影態様の微調整がおこなえるのに加え、X線管ないしX線検出器の配備状況の変化に伴うX線撮像機構の外形変化は位置関係求出手段によりX線撮像機構間の相対的位置関係情報を求出する際に斟酌されるので、この撮影態様の微調整によるX線撮像機構の外形変化によってX線撮像機構同士が接触することを回避することができる。

#### 【0018】

また、請求項4の発明は、請求項1から3のいずれかに記載のX線撮影装置において、装置の機械的中心点(アイソセンタ)を基準点とするX線撮像機構と共通の位置座標系に従って移動させる被検体載置用の天板を備えると共に、形状データ登録手段が天板の外形形状に対応する3次元モデル外形データも登録するように構成されていて、位置関係求出手段がX線撮像機構と天板の間の相対的位置関係情報もそれぞれの現在位置および3次元モデル外形データに基づいて求出するように構成されているのに加え、撮像系移動制御手段がX線撮像機構と天板の間の相対的位置関係情報も参酌しながらX線撮像系移動機構を制御するように構成されているものである。

#### 【0019】

(作用・効果) 請求項4に記載の発明によれば、X線撮像機構と天板の間においても、X線撮像系移動機構を制御するにあたり、X線撮像機構同士の場合と同様にしてX線撮像機構と天板の間の相対的位置関係情報が参酌されるので、X線撮像機構と天板が接触することを確実に回避することができる。

#### 【0020】

また、請求項5の発明は、請求項1から4のいずれかに記載のX線撮影装置において、位置関係求出手段が、物体同士が接触する位置関係にあるか否かを判定するアルゴリズムを利用してX線撮像機構間の相対的位置関係情報を求出するように構成されているものである。

#### 【0021】

(作用・効果) 請求項 5 に記載の発明によれば、位置関係求出手段により X 線撮像機構間の相対的位置関係情報を求出する際に物体同士が接触する位置関係にあるか否かを判定するアルゴリズムを利用することができるので、X 線撮像機構間の相対的位置関係情報を容易に求出することができる。

#### 【0022】

また、請求項 6 の発明は、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の X 線撮影装置において、位置関係求出手段が、物体同士の最小間隔を算定するアルゴリズムを利用して X 線撮像機構間の相対的位置関係情報を求出するように構成されているものである。

#### 【0023】

(作用・効果) 請求項 6 に記載の発明によれば、位置関係求出手段により X 線撮像機構間の相対的位置関係情報を求出する際に物体同士の最小間隔を算定するアルゴリズムを利用することができるので、X 線撮像機構間の相対的位置関係情報を容易に求出することができる。

#### 【0024】

##### 【発明の実施の形態】

以下、この発明の X 線撮影装置の一実施例を説明する。図 1 は実施例に係る医療用の X 線透視撮影装置の全体構成を示すブロック図である。

#### 【0025】

実施例の X 線透視撮影装置は、図 1 に示すように、X 線照射用の X 線管 1 と透過 X 線検出用の X 線検出器であるイメージインテンシファイア (I・I 管) 2 が対向状態で支持用の C 型アーム 3 の両端に配備されている床設置タイプの第 1 X 線撮像機構 4 と、X 線照射用の X 線管 5 と透過 X 線検出用の X 線検出器である I・I 管 6 が対向状態で支持用の C 型アーム 7 の両端に配備されている天井走行タイプの第 2 X 線撮像機構 8 という 2 組の X 線撮像機構を備えていると共に、各 X 線撮像機構 4, 8 を装置の機械的中心点 (アイソセンタ) を基準点とする共通の位置座標系に従ってそれぞれ移動させる X 線撮像系移動機構 9 を備えていて、X 線撮像系移動機構 9 により X 線撮像機構 4, 8 をそれぞれ移動させて各 X 線撮像機構 4, 8 の現在位置を変化させることによって、各 X 線撮像機構 4, 8 が天板

10上の被検体Mを撮影する際の方向（撮影方向）ないし位置（撮影位置）を撮影目的に合わせて各X線撮像機構4, 8ごとにそれぞれセットできるように構成されたダブル撮像機構方式の装置である。

#### 【0026】

第1, 第2 X線撮像機構4, 8の現在位置を定める装置のアイソセンタQを原点（基準点）とする位置座標系は、図1に示すように、天板10の長手（縦）方向をX, 天板3の短手（横）方向をY, 垂直方向をZとするXYZ直交座標である。そして、天板10も両X線撮像機構4, 8と共通のXYZ直交座標に従って現在位置が定められるようにして、天板移動機構11によりX, Y, Zの各方向にそれぞれ移動させられる構成となっている。

また、実施例装置は、第1 X線撮像機構4により撮影された被検体MのX線透視画像ないしX線撮影画像を表示する第1画像モニタ12と、第2 X線撮像機構8により撮影された被検体MのX線透視画像ないしX線撮影画像を表示する第2画像モニタ13とを備えている。

#### 【0027】

さらに、実施例装置は、X線撮影の実行の際、被検体Mを載置した天板10を天板移動機構11により移動させて被検体MをX線管1, 5とI・I管2, 6の間に配置した後、X線撮像系移動機構9により第1, 第2 X線撮像機構4, 8をそれぞれ移動させて撮影方向ないし撮影位置を撮影目的に合わせてセットしたりしながら、照射制御部15の制御に従ってX線管1, 5から天板10上の被検体MにX線が照射される共に、I・I管4, 7から出力されるX線検出信号が後段の信号処理部16で処理されてX線透視画像あるいはX線撮影画像が作成され、第1, 第2画像モニタ12, 13の画面に表示されるように構成されている。

以下、実施例のX線透視撮影装置の各部構成を詳しく説明する。

#### 【0028】

X線撮像系移動機構9は、第1 X線撮像機構4の移動をおこなう第1撮像系移動機構17と第2 X線撮像機構8の移動をおこなう第2撮像系移動機構18からなり、各撮像系移動機構17, 18は、撮像系移動制御部19の制御に従ってX線撮像機構4, 8を移動させる。

第1撮像系移動機構17はC型アーム3を回転したり平行移動したりすることにより第1X線撮像機構4を様々に移動させる。第1X線撮像機構4の移動に伴って第1X線撮像機構4の現在位置は変化する。第1撮像系移動機構17によるC型アーム3の回転のさせ方としては、C型アーム3がアーム長手方向にアイソセンタQの周りを巡りながらアームの曲がりに沿って矢印RAで示す向きに回転するスライド回転と、軸線17bがアイソセンタQを常に通るようにしてC型アーム3の真ん中を背後から支える支軸17aの軸線17bを回転軸として矢印RBで示す向きにC型アーム3が回転するサジタル回転とがある。スライド回転の場合も、サジタル回転の場合も、C型アーム3の回転に伴ってX線管1の中心とI・I管2の中心とを結ぶX線軸20の角度が変化し撮影方向が変わるのに加えて、スライド回転とサジタル回転とでは、X線軸20の角度が変化する向きが90°異なるので、撮影方向を様々に調整することが可能となる。

#### 【0029】

また、第1撮像系移動機構17によるC型アーム3の平行移動のさせ方としては、矢印RCで示す向き（X方向ないしY方向）にアーム全体が平行に移動する水平移動がある。第1撮像系移動機構17の場合、3個の保持ブロック17A～17Cが積み重ね方式でリンク結合されていて、矢印RCで示す向きの水平移動は、3個の保持ブロック17A～17Cがそれぞれ行う矢印RD～RFで示す回転を適当に組み合わせることでおこなわれる。C型アーム3の水平移動に伴ってX線軸20の位置が同じ方向に平行移動することで撮影位置を様々に調整することができる。

さらに、第1撮像系移動機構17による矢印RA、RB方向の回転量や矢印RD～RF方向の回転量（矢印RC方向の平行移動量に相当）は適当なセンサ（図示省略）で検出されると共に、検出結果が第1X線撮像機構4の現在位置を示す情報として撮像系移動制御部19や制御系側におけるその他の情報必要箇所へフィードバックされて知られるように構成されている。

#### 【0030】

第2撮像系移動機構18はC型アーム7を回転したり平行移動したりすることにより第2X線撮像機構8を様々に移動させる。第2X線撮像機構8の移動に伴

って第2 X線撮像機構8の現在位置は変化する。第2撮像系移動機構18によるC型アーム3の回転のさせ方としては、C型アーム7がアーム長手方向にアイソセンタQの周りを巡りながらアームの曲がりに沿って矢印R aで示す向きに回転するスライド回転と、軸線18 bがアイソセンタQを常に通るようにしてC型アーム7の真ん中を背後から支える支軸18 aの軸線18 bを回転軸として矢印R bで示す向きにC型アーム7が回転するサジタル回転とがある。スライド回転の場合も、サジタル回転の場合も、C型アーム7の回転に伴ってX線管5の中心とI・I管6の中心とを結ぶX線軸21の角度が変化し撮影方向が変わるのに加えて、スライド回転とサジタル回転とでは、X線軸21の角度が変化する向きが90°異なるので、撮影方向を様々に調整することが可能となる。

#### 【0031】

また、第2撮像系移動機構18によるC型アーム7の平行移動のさせ方としては、矢印R cで示す向き、即ちX方向に平行に移動する水平移動がある。具体的には、C型アーム7を支軸18 aを介して天井から吊り下げたキャリッジ18 Aが、天井にX方向に延びるように敷設されたレール18 B、18 Bに走行可能に配設されていて、キャリッジ18 Aがレール18 B、18 B沿いに走行するのに伴って、C型アーム7がX方向に水平移動するように構成されている。C型アーム7の水平移動に伴ってX線軸21の位置がX方向に平行移動することで撮影位置を調整することができる。

さらに、第2撮像系移動機構18による矢印R a、R b方向の回転量や矢印R c方向の平行移動量は適当なセンサ（図示省略）で検出されると共に、検出結果が第2 X線撮像機構8の現在位置を示す情報として撮像系移動制御部19や制御系側におけるその他の情報必要箇所へフィードバックされて知られるように構成されている。

#### 【0032】

また、第2 X線撮像機構8の場合、C型アーム7はアーム両端のハンド7 A、7 Bだけが矢印R d、R eで示す向き、即ちZ方向に若干の等距離ずつ平行に伸びたり縮んだりすることでC型アーム7上におけるX線管5およびI・I管6の配備状況を変化させ、Z方向の撮影位置（撮影態様）の微調整がおこなえるよう

に構成されている。X線管5およびI・I管6の配備状況の変化もXYZ直交座標に従っておこなわれ、ハンド7A、7Bの平行移動量も適当なセンサ（図示省略）で検出されると共に、検出結果がX線管5およびI・I管6の配備状況の変化量として撮像系移動制御部19や制御系側におけるその他の情報必要箇所へフィードバックされて知らされるように構成されている。

#### 【0033】

さらに、第1、第2 X線撮像機構4、8の場合、X線管1、5の方はC型アーム3、7に固定状態で配設されているが、I・I管2、6の方はX線軸20、21に沿って若干の距離だけ往復移動可能にC型アーム3、7に配設されていて、I・I管2、6をX線軸20、21の方向に沿って移動させることにより、I・I管2、6のX線検出面に投影される透過X線像の拡大率を変化させて撮影倍率の調整がおこなえる構成となっている。このI・I管2、6の移動量も適当なセンサ（図示省略）で検出されると共に、検出結果がI・I管2、6の現在位置を示す情報として撮像系移動制御部19などの制御系側における情報必要箇所へフィードバックされて知らされるように構成されている。

#### 【0034】

なお、実施例装置の主制御部22は、操作部23による入力操作やX線撮影の進行状況に応じて、X線管1、5によるX線照射を制御する照射制御部15や、第1、第2撮像系移動機構17、18を制御する撮像系移動制御部19あるいは天板移動機構11を制御する天板移動制御部14などに必要な指令やデータを送出するように構成されている。

#### 【0035】

そして、さらに実施例のX線透視撮影装置は、第1、第2 X線撮像機構4、8同士が接触することを確実に回避する為に、各X線撮像機構4、8の3次元外形形状に対応する3次元モデル外形データを登録する形状データ登録部24と、各X線撮像機構4、8の現在位置および3次元モデル外形データに基づいてX線撮像機構4、8間の相対的位置関係情報をリアルタイムで求出する位置関係求出部25とを備えると共に、撮像系移動制御部19が位置関係求出部25により求出されたX線撮像機構4、8間の相対的位置関係情報を参酌しながら第1、第2撮



像系移動機構 17, 18 を制御するように構成されていることを特徴としており、以下、この特徴を詳しく説明する。

#### 【0036】

形状データ登録部 24 には、各 X 線撮像機構 4, 8 の 3 次元外形形状に対応する 3 次元モデル外形データが次のようなプロセスで予め登録されている。

第 1, 第 2 撮像系移動機構 17, 18 の 3 次元外形形状に実質的に相似の形状を表す STL (Standard Triangle Language) 形式の 3 次元モデル外形データを先ず準備する。STL 形式のデータの場合、三角形の集合体で所望の 3 次元形状を表すフォーマットであるので、3 次元モデル外形データは各三角形の 3 つの頂点全てを 3 次元座標上の位置座標のかたちで保持される結果、比較的少ないデータ量でもって X 線撮像機構 4, 8 の 3 次元外形形状に対応する 3 次元モデル外形を表すことができる。この STL 形式の 3 次元モデル外形データは、例えば第 1, 第 2 撮像系移動機構 17, 18 の設計の際に作成される第 1, 第 2 撮像系移動機構 17, 18 の外形に相似の形状を正確に表す 3 次元 CAD データを STL データ変換技術を適用して容易に作成できる。

#### 【0037】

次に、STL 形式の 3 次元モデル外形データを VOXEL (Volume Pixel) 形式のデータに変換する。VOXEL 形式のデータ変換は、図 2 に示すように、STL 形式の 3 次元モデル外形データを 3 次元仮想空間に表した場合にデータの存在領域を完全に抱合するように設定した立方体ないし直方体の親ボックス V a を立方体ないし直方体の子ボックス V b 1, V b 2、孫ボックス V c 1 ~ V c 4、ひ孫ボックス V d 1 ~ V d 8、・・・と次々に何段階かにわたって最終段階まで分割した最小ボックスと、各最小ボックスが 3 次元モデル外形データを含有するか否かを示すデータ含有情報とにすることに相当する。最小ボックスの寸法を第 1, 第 2 撮像系移動機構 17, 18 の実寸に直すと、例えば 1 cm 角程度の立方体となる。

#### 【0038】

各最小ボックスが 3 次元モデル外形データを含有するか否かは、各段階毎にボックスが 3 次元モデル外形データを含有するか否かを繰り返しおこなうことで決

定される。その際、或る段階で 3 次元モデル外形データを含めない（否）と判定されたボックスについては、データを含まないボックスは幾ら分割してもデータを含めないから、以後の分割段階からチェックはせずに全て否として迅速に決定することができる。

#### 【0039】

続いて、VOXEL 形式のデータを BSP (Binary separated partition) ツリーデータに変換する。BSP ツリーデータへのデータ変換は、図 2 の場合とは逆に、図 3 に示すように、最終の分割段階のデータ含有情報を随伴した最小ボックスを元の親ボックスのかたちに纏めることに相当する。つまり、BSP ツリーデータの場合、第 1, 第 2 X 線撮像機構 4, 8 の 3 次元外形形状がデータ含有情報を随伴するボックスの集合体で表すものである。この BSP ツリー形式の 3 次元モデル外形データを形状データ登録部 24 に予め登録する。

#### 【0040】

なお、3 次元モデル外形データは X 線撮像機構 4, 8 の 3 次元外形の全てを表すものである必要はなく、全く接触する可能性のない箇所についてはデータが省かれていてもよい。実施例装置の場合には、全く接触する可能性のない箇所はデータが省かれていた方が、むしろ相対的位置関係情報を求出するための演算処理負荷を減らせられる。

#### 【0041】

位置関係求出部 25 は、第 1, 第 2 X 線撮像機構 4, 8 の各現在位置および形状データ登録部 24 に登録された 3 次元モデル外形データに基づいて、X 線撮像機構 4, 8 間の相対的位置関係情報を、物体同士が接触する位置関係にあるか否かを判定するアルゴリズムを利用してリアルタイムで求出する。具体的には、各 X 線撮像機構 4, 8 の外形形状に相応する BSP ツリー形式の 3 次元モデル外形データの二つのボックスを仮想 3 次元空間で第 1, 第 2 X 線撮像機構 4, 8 の動きに合わせて第 1, 第 2 X 線撮像機構 4, 8 の現在位置に基づき回転・平行移動させる。そうすると、3 次元モデル外形データの二つのボックスが、常に仮想 3 次元空間において第 1, 第 2 X 線撮像機構 4, 8 と同じ配置になって、X 線撮像機構 4, 8 同士の接触が起こる各 X 線撮像機構 4, 8 の間の外面同士の対置状況

の現状を余すところなく示すことになる。

#### 【0042】

次に、3次元モデル外形データの最小ボックス同士の接触の有無を判定する。勿論、正常な状態ではX線撮像機構4, 8同士が接触することはないので、そのまま判定すれば常に接触無しという判定となるだけで、もし接触有りと判定されると既に接触が起こっていることになり、接触は回避できなかつたことになってしまう。そこで、接触の有無をチェックする際、接触を防止できるだけの余裕がもてる一定の仮想接触距離を予め設定しておき、一方の3次元モデル外形データの最小ボックスと、他方の3次元モデル外形データの最小ボックスの間の距離を算出して仮想接触距離未満であれば、接触有りと判定し、仮想接触距離以上であれば接触無しと判定する。この距離算出・判定処理をデータ含有情報を伴う（データを含有する）最小ボックスの全ての間で繰り返しおこなう。データ含有情報を伴わない（データを含有しない）最小ボックスは接触に関与しないので距離算出・判定処理の必要はない。

#### 【0043】

こうして求めた接触の有無の判定結果は、X線撮像機構4, 8間の相対的位置関係情報として撮像系移動制御部19へ直ちに出力される。相対的位置関係情報としての接触の有無の判定結果は、装置のアイソセンタQを基準点とする共通の位置座標系に従って移動させられる第1, 第2 X線撮像機構4, 8の現在位置に基づくものであるので、極めて正確である。

#### 【0044】

実施例装置の場合、撮像系移動制御部19は、受信情報の内容が接触無しであれば、特に措置はとらず、受信情報の内容が接触有りであれば、X線撮像機構4, 8が移動中であれば直ちに移動停止を指示する制御信号を出力するように構成されている。

なお、この発明の装置の場合、受信情報が接触有りの時に、移動中のX線撮像機構を停止させてしまうのではなく、移動中のX線撮像機構と接触しそうな他方のX線撮像機構の方を退避させて、移動中のX線撮像機構をそのまま移動させるように構成されていてもよい。

## 【0045】

さらに、位置関係求出部 25 は、撮影倍率を調整する為に C 型アーム 7 のアーム両端のハンド 7A、7B だけを伸縮する微調整による X 線管 5 および I・I 管 6 の配備状況の変化に伴う X 線撮像機構 8 の外形変化を斟酌して、X 線撮像機構 4、8 間の相対的位置関係情報を求出するように構成されている。C 型アーム 7 上での X 線管 5 および I・I 管 6 の配備状況の変化によって X 線撮像機構 8 の外形変化があると、X 線撮像機構の間の外面同士の対置状況が変わるので、そのまま相対的位置関係情報を求出すると誤差が生じる。そこで、X 線管 5 および I・I 管 6 の配備状況の変化に伴う X 線撮像機構 8 の外形変化を斟酌して X 線撮像機構 4、8 間の相対的位置関係情報を求出するようにする。

実施例装置の場合、X 線撮像機構 8 の BSP ツリー形式の 3 次元モデル外形データを X 線管 5 および I・I 管 6 と C 型アーム 7 のそれぞれに分割したかたちで登録し、X 線管 5 および I・I 管 6 の配備状況の変化に応じて、X 線管 5 および I・I 管 6 の各 3 次元モデル外形データを構成するボックスをそれぞれ移動させてから、接触の有無を判定するように構成されている。

## 【0046】

さらに加えて、実施例装置の場合、第 1、第 2 X 線撮像機構 4、8 と天板 10 が接触することを確実に回避する為の構成を備えている。即ち、形状データ登録部 24 が天板 10 の 3 次元外形形状に対応する 3 次元モデル外形データも X 線撮像機構の時と同様のプロセスで登録する構成となっていて、位置関係求出部 25 が各 X 線撮像機構 4、8 と天板 10 の間の接触の有無を相対的位置関係情報としてそれぞれの現在位置および 3 次元モデル外形データに基づき X 線撮像機構の時と同様のプロセスで求出するように構成されており、撮像系移動制御部 19 が各 X 線撮像機構 4、8 と天板 10 の間の相対的位置関係情報も参酌しながら第 1、第 2 撮像系移動機構 17、18 を制御するように構成されている。

また、実施例装置では、各 X 線撮像機構 4、8 と天板 10 の間の相対的位置関係情報が、天板移動制御部 14 へも出力されており、天板移動制御部 14 が各 X 線撮像機構 4、8 と天板 10 の間の相対的位置関係情報を参酌しながら天板移動機構 11 を制御するように構成されてもいる。ただ、天板 10 は通常、基準的な

位置にいったんセットした後は動かさないのが普通であるので、天板移動制御部 14 へは各 X 線撮像機構 4, 8 と天板 10 の間の相対的位置関係情報が出力されない構成であってもよい。

#### 【0047】

そして、撮像系移動制御部 19 や天板移動制御部 14 は、受信情報の内容が X 線撮像機構 4, 8 と天板 10 が接触有りという時は、X 線撮像機構 4, 8 や天板 10 の移動停止を指示する制御信号を直ちに出力するように構成されている。

なお、この発明の装置の場合、接触有りという情報内容の時は、移動中の X 線撮像機構ないし天板の移動を妨害する X 線撮像機構ないし天板を退避させて、移動中の X 線撮像機構ないし天板をそのまま移動させる構成であってもよい。

#### 【0048】

続いて、以上に説明した実施例の X 線透視撮影装置における X 線撮像機構 4, 8 の移動時の接触回避状況を、図面を参照しながら説明する。図 4 は、実施例装置の第 1, 第 2 X 線撮像機構 4, 8 の移動時の接触回避プロセスを示すフローチャートである。以下では、図 5. (a) に示すように、両 X 線撮像機構 4, 8 の各 X 線軸 20, 21 が共にアイソセンタ Q を通ると共に同一平面上にある状態において、第 1 X 線撮像機構 4 が停止したままの状態、第 2 X 線撮像機構 8 の C 型アーム 7 をスライド回転させて第 2 X 線撮像機構 8 を移動させる。

#### 【0049】

〔ステップ S1〕 C 型アーム 7 のスライド回転開始に伴って第 2 X 線撮像機構 8 が矢印 r a で示す方向へ移動し始める。

#### 【0050】

〔ステップ S2〕 第 1, 第 2 撮像系移動機構 17, 18 が両 X 線撮像機構 4, 8 の現在位置を検出して位置関係求出部 25 へ出力すると共に、天板移動機構 11 が天板 10 の現在位置を検出して位置関係求出部 25 へ出力する。

#### 【0051】

〔ステップ S3〕 位置関係求出部 25 が、第 1, 第 2 X 線撮像機構 4, 8 および天板 10 の現在位置と、それぞれの 3 次元モデル外形データとに基づいて両 X 線撮像機構 4, 8 同士の間や各 X 線撮像機構 4, 8 と天板 10 の間の接触の有無を

求出し、求出結果を相対的位置関係情報として撮像系移動制御部 19 へ出力する。

#### 【0052】

〔ステップ S4〕 接触無しという情報内容なら、再びステップ S1 へ戻り、図 5 (b) に示すように、C 型アーム 7 がスライド回転を続行し、第 2 X 線撮像機構 8 が矢印 r b で示す方向へ移動し続ける。接触有りという情報内容なら、次のステップ S5 へ進む。

#### 【0053】

〔ステップ S5〕 撮像系移動制御部 19 は第 2 撮像系移動機構 18 に第 2 X 線撮像機構 8 の移動停止を指示する制御信号を送る。

#### 【0054】

〔ステップ S6〕 移動停止の制御信号を受けた第 2 撮像系移動機構 18 は、直ちに C 型アーム 7 を回転するモータ (図示省略) を減速停止するので、図 5 (c) に示すように、第 1 X 線撮像機構 4 と第 2 X 線撮像機構 8 が実際に接触する直前で第 2 X 線撮像機構 8 が強制的に停止させられる。従って、第 1 X 線撮像機構 4 と第 2 X 線撮像機構 8 が実際に接触する事態は回避される。

#### 【0055】

以上に詳述したように、実施例の X 線透視撮影装置によれば、位置関係求出部 25 が、第 1, 第 2 X 線撮像機構 4, 8 や天板 10 の接触が起こる各 X 線撮像機構 4, 8 および天板 10 間の外面同士の対置状況の現状を余すところなく正確に示す X 線撮像機構 4, 8 間や各 X 線撮像機構 4, 8 と天板 10 の間の相対的位置関係情報をリアルタイムで求出すると共に、位置関係求出部 25 で求出される X 線撮像機構 4, 8 および天板 10 の間の相対的位置関係情報を参酌して天板移動制御部 14 や撮像系移動制御部 19 が、各 X 線撮像機構 4, 8 の移動や天板 10 の移動を制御する構成を備えていて、各 X 線撮像機構 4, 8 の動きや天板 10 の動きに X 線撮像機構 4, 8 や天板 10 の接触が起こる各 X 線撮像機構 4, 8 および天板 10 間の外面同士の対置状況の現状が何ら困難を伴わずに余さず正確に反映される結果、X 線撮像機構 4, 8 や天板 10 の接触を確実に回避することができる。

## 【0056】

また、実施例装置のように、形状データ登録部 24 に登録される 3 次元モデル外形データの作成が設計時の CAD データに基づいておこなわれるように構成されている場合、バージョンアップ等に伴う新設計の X 線撮像機構についても、設計時の CAD データに基づいて 3 次元モデル外形データを登録し直す程度で新設計の X 線撮像機構に対応することができるという利点もある。

## 【0057】

この発明は、上記の実施例に限られるものではなく、以下のように変形実施することも可能である。

(1) 実施例装置では、物体同士が接触する位置関係にあるか否かを判定するアルゴリズムを利用して相対的位置関係情報を求める構成であったが、物体同士の最小間隔を算定するアルゴリズムを利用して相対的位置関係情報を求めるように構成されている装置を変形例として挙げることができる。変形例の装置の場合、今現在、物体同士間が最小の間隔となっている箇所は、ひとつ前の時点で物体同士間が最小の間隔となっていた位置の近傍であるので、距離算出の領域をひとつ前の時点で最小の間隔であった箇所の近傍に絞って行うことにより、距離算出の演算負荷を減らすことができる。

## 【0058】

(2) 実施例装置の場合、I・I 管 2, 6 が画像倍率調整の為に X 線軸 20, 21 に沿って若干の距離だけ移動するのに伴って第 1, 第 2 X 線撮像機構 4, 8 の 3 次元外形形状が少し変化するが、形状変化が少ないので相対的位置関係情報を求める際に斟酌しない構成となっている。しかし、画像倍率調整の為に I・I 管 2, 6 の移動による第 1, 第 2 X 線撮像機構 4, 8 の 3 次元外形形状の変化も相対的位置関係情報を求める際に斟酌されるように構成されていてもよい。

## 【0059】

(3) 実施例装置の場合、各 X 線撮像機構 4, 8 と天板 10 の間の相対的位置関係情報も求出されるように構成されていたが、X 線撮像機構 4, 8 や天板 10 の移動形態によっては、各 X 線撮像機構 4, 8 と天板 10 の間で接触が起こる可能性が事実上ないこともあるので、各 X 線撮像機構 4, 8 と天板 10 の間の相対的

位置関係情報の求出行わない構成の装置を、変形例に挙げるができる。

【0060】

(4) 実施例装置は、床設置タイプと天井走行タイプのX線撮像機構を装備する構成であったが、この発明の装置が装備するX線撮像機構は、全て床設置タイプでもよいし、全て天井走行タイプであってもよく、さらに床走行タイプのものを用いることもできる。

【0061】

(5) 実施例装置は、X線検出器がI・I管であったが、X線検出器としてフラットパネル型X線検出器(FPD)を用いてもよい。

【0062】

(6) 実施例装置では、X線撮像機構が2組であったが、X線撮像機構は2組に限らず、3組あるいは4組などであってもよい。

【0063】

(7) 実施例装置は、医療用の装置であったが、この発明の装置は、工業用の装置にも適用することができる。

【0064】

【発明の効果】

以上に述べたように、請求項1の発明のX線撮影装置によれば、位置関係求出手段が、X線撮像機構同士の接触が起こる各X線撮像機構の間の外面同士の対置状況の現状を余すところなく正確に示すX線撮像機構間の相対的位置関係情報をリアルタイムで求出すると共に、位置関係求出手段で求出されるX線撮像機構間の相対的位置関係情報に基づいて撮像系移動制御手段が各X線撮像機構を移動させるX線撮像系移動機構を制御する構成を備えていて、X線撮像系移動機構による各X線撮像機構の動きに、X線撮像機構同士の接触が起こる各X線撮像機構の間の外面同士の対置状況の現状を、何ら困難を伴わずに余さず正確に反映させられるので、X線撮像機構同士が接触することを確実に回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施例のX線透視撮影装置の全体構成を示すブロック図である。



**【図 2】**

VOXEL形式の3次元モデル外形データのフォーマットを説明するための模式図である。

**【図 3】**

BSPツリー形式の3次元モデル外形データのフォーマットを説明するための模式図である。

**【図 4】**

実施例装置におけるX線撮像機構の移動時の接触回避プロセスを示すフローチャートである。

**【図 5】**

実施例装置におけるX線撮像機構の移動状況の一例を示す模式図である。

**【図 6】**

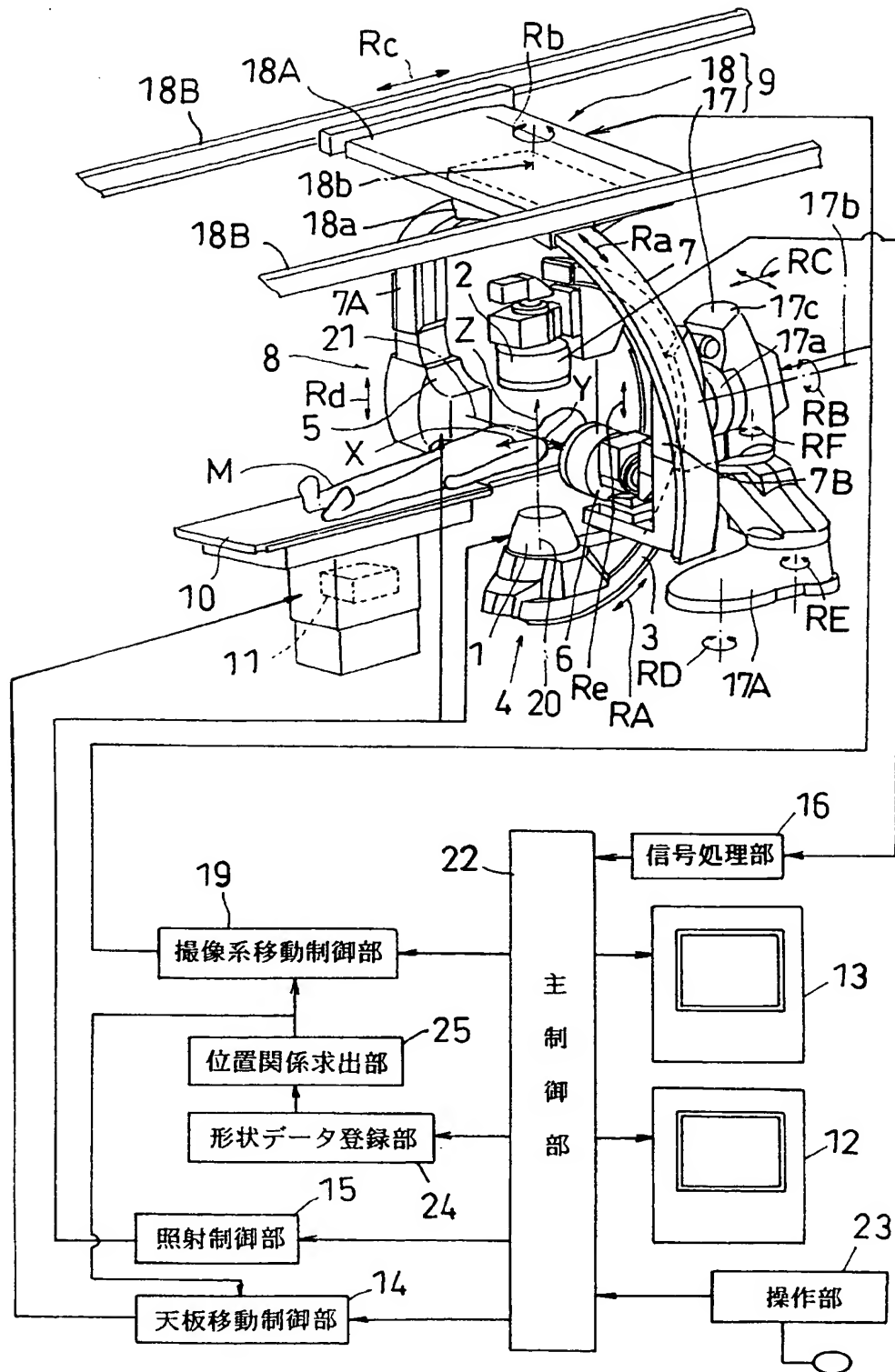
従来のダブル撮像機構方式のX線撮影装置における2組のX線撮像機構を示す模式図である。

**【符号の説明】**

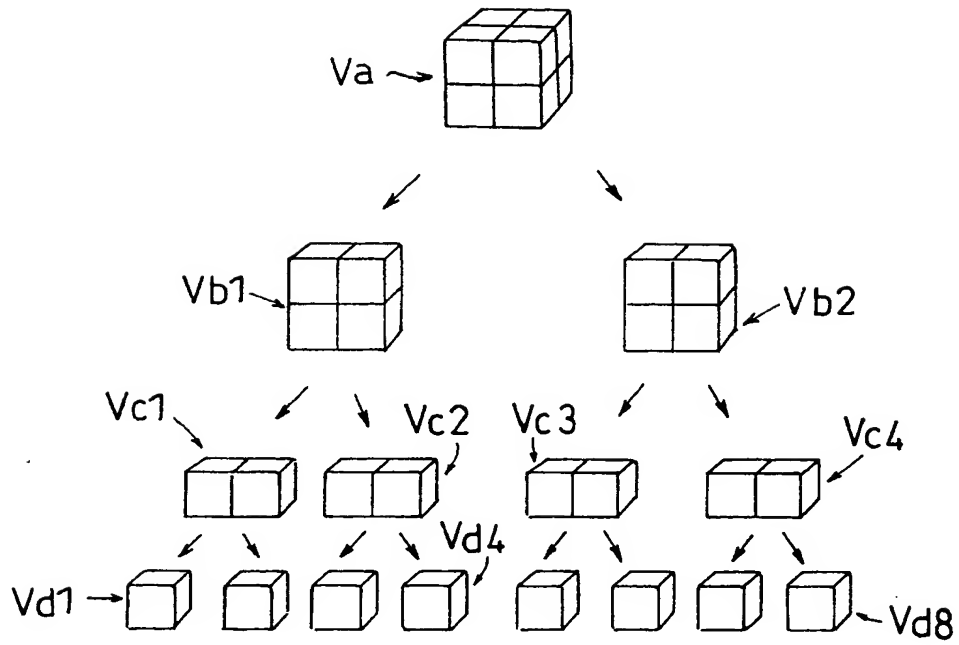
- |      |   |                |
|------|---|----------------|
| 1, 5 | … | X線管            |
| 2, 6 | … | I・I管（X線検出器）    |
| 3, 7 | … | C型アーム（支持用のアーム） |
| 4    | … | 第1 X線撮像機構      |
| 8    | … | 第2 X線撮像機構      |
| 9    | … | X線撮像系移動機構      |
| 10   | … | 天板             |
| 19   | … | 撮像系移動制御部       |
| 24   | … | 形状データ登録部       |
| 25   | … | 位置関係求出部        |
| M    | … | 被検体            |
| Q    | … | アイソセンタ         |

【書類名】 図面

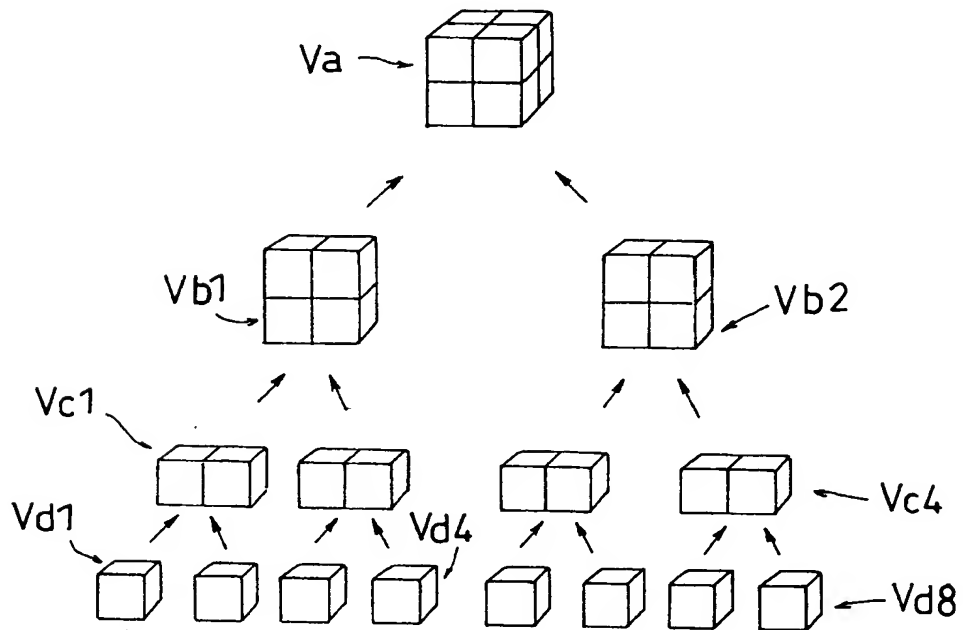
【図 1】



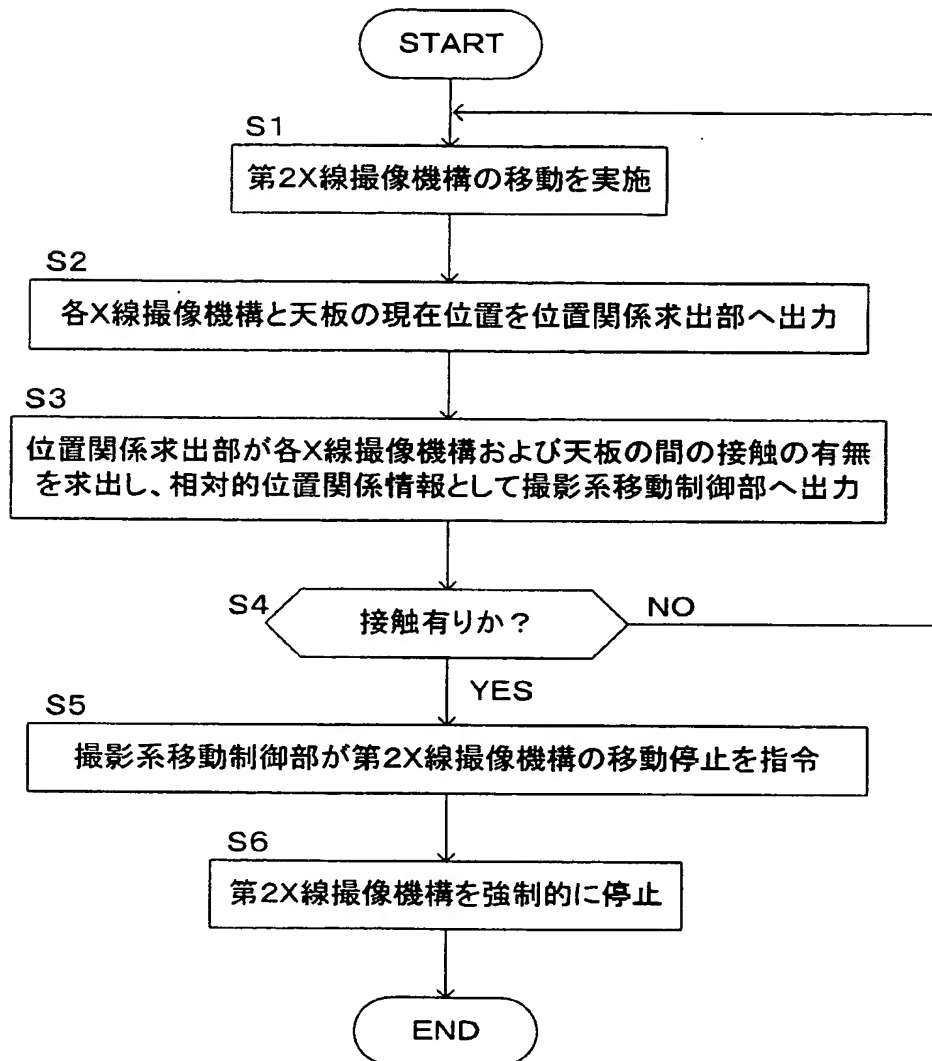
【図 2】



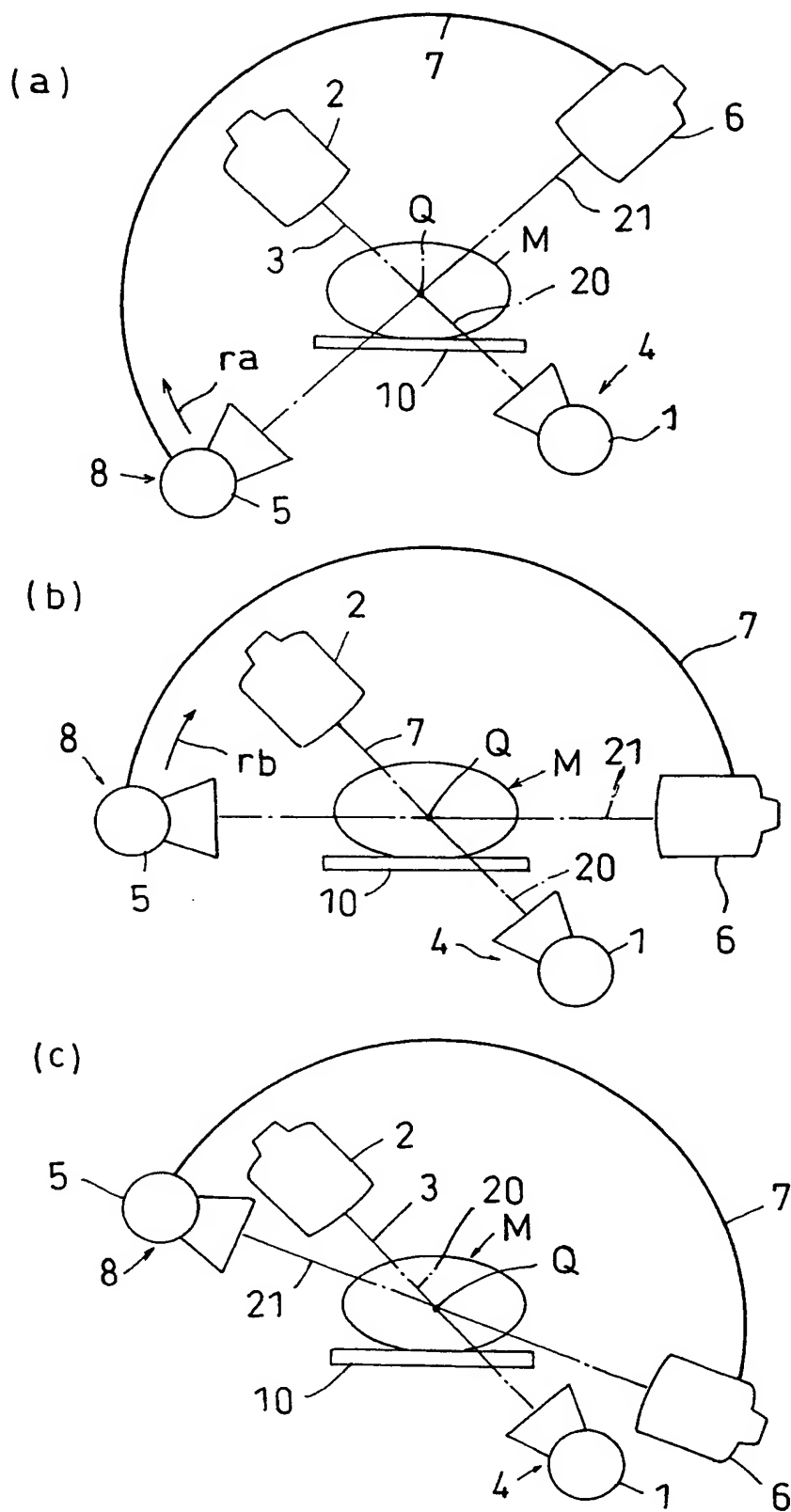
【図 3】



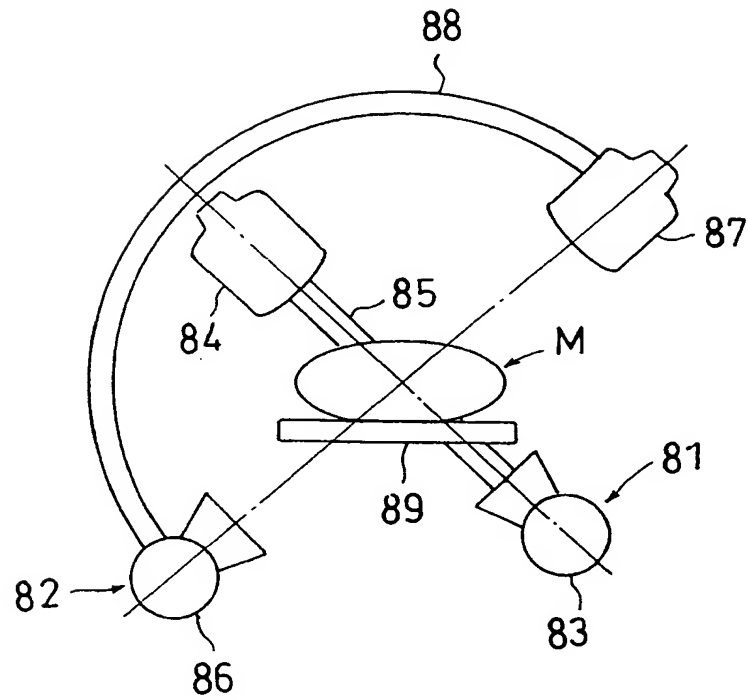
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 X線撮像機構同士が接触することを確実に回避する。

【解決手段】 この発明のX線透視撮影装置は、第1、第2 X線撮像機構4、8の接触が起こる各X線撮像機構4、8間の外面同士の対置状況の現状を余さず正確に示すX線撮像機構4、8間の相対的位置関係情報が位置関係求出部25によりリアルタイムで求出されると共に、各X線撮像機構4、8の移動の制御に位置関係求出部25で求出する相対的位置関係情報が参酌される構成を備えていて、各X線撮像機構4、8の動きにX線撮像機構4、8同士の接触が起こる第1、第2 X線撮像機構4、8間の外面同士の対置状況の現状が何ら困難を伴わずに余すところなく正確に反映されるので、X線撮像機構4、8同士の接触を確実に回避することができる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 5 0 7 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 9 9 3 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地

氏 名

株式会社島津製作所